

УДК 621.922

Т.Г. Джугурян, д-р техн. наук, А.А. Новак, Одесса, Украина

**ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
КОНТРОЛЯ РАЗМЕРНОГО ИЗНОСА РАСТОЧНОГО
ИНСТРУМЕНТА ОДНОСТОРОННЕГО РЕЗАНИЯ**

Запропонований метод автоматизованого контролю ефективності роботи механізму самокомпенсації зношування розточного інструменту одностороннього різання.

Предложен метод автоматизированного контроля эффективности работы механизма самокомпенсации износа расточного инструмента одностороннего резания.

The method of the automated control of overall performance of the mechanism of self-compensation of wear of the boring instrument of unilateral cutting is offered.

Одним из основных факторов влияющих на размерную точность обработки операций растачивания является износ рабочих элементов расточного инструмента одностороннего резания (РИОР).

Повышение эффективности обработки точных координированных отверстий связано с увеличением размерной стойкости инструмента на основе комплексного применения современных износостойких инструментальных материалов и механизмов самокомпенсации износа.

Для повышения размерной точности обработки отверстий РИОР предложены автономные механизмы самокомпенсации износа, основанные на кинематической связи режущего элемента с тремя направляющими элементами, однозначно определяющими диаметр обрабатываемого отверстия. Вследствие более интенсивного размерного изнашивания режущего элемента по сравнению с направляющими элементами и передаточного числа кинематической цепи больше единицы происходит радиальное выдвигание режущего элемента при изменении диаметра обрабатываемого отверстия. Таким образом, происходит частичная самокомпенсация износа инструмента. Непрерывно-периодическая самокомпенсация осуществляется за счет выполнения одного из трех направляющих в виде ограниченно подвижного упругого элемента и наличия компенсирующего звена в кинематической цепи. Применение механизмов непрерывно-периодической самокомпенсации износа позволяет повысить размерную стойкость комбинированных инструментов в 2 раза, гарантированно обеспечить 6 – 7 квалитет точности (в отдельных случаях IT5) растачивания отверстий диаметрами более 40 мм и относительной длиной не более 20 ($l_0/d_0 \leq 20$) в стальных и чугунных заготовках [1].

Недостатком использования РИОР с самокомпенсацией износа является то, что его предельный износ невозможно своевременно выявить на основе контроля диаметра обработанного отверстия. Следствием этого является не-

полное использование рабочих элементов РИОР, приводящее к снижению эффективности применения таких инструментов. Поэтому возникла необходимость разработки метода автоматизированного контроля размерного износа РИОР в процессе его эксплуатации.

Целью работы является повышение эффективности использования РИОР за счет автоматизированного контроля износа его рабочих элементов.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- разработать метод автоматизированного контроля размерного износа РИОР;
- определить эффективность предложенного метода автоматизированного контроля размерного износа РИОР.

Схема РИОР с механизмом непрерывно-периодической самокомпенсации износа представлена на рисунке 1. Он состоит из корпуса 1, в котором установлены режущий элемент 2, направляющие 3, 4, 5 и коромысло 6. Направляющий элемент 5 выполнен в виде ограниченно подвижного упругого элемента. Оптимальное расположение рабочих элементов инструмента: $\varphi_1 = 45^\circ$, $\varphi_2 = 180^\circ$, $\varphi_3 = 230^\circ$ [1].

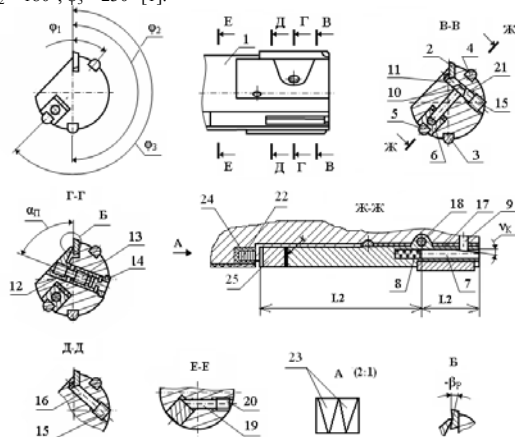


Рисунок 1 – Схема РИОР с механизмом непрерывно-периодической самокомпенсации износа

Размерная настройка режущего элемента 2, закрепленного в корпусе 1 прихватом 12, винтом 13 и упругой втулкой 14, реализуется набором толкате-

89

лей 10, 11, 16, 21 и винтами 15. Коромысло 6 установлено в корпусе 1 на упругом основании 17 из маслостойкой резины толщиной $h_n = 0,5 - 2$ мм с возможностью поворота вокруг оси штифта 18. Поворот коромысла 6 ограничен упругим основанием 17 и регулируемым ограничителем 19 с винтом 20. Инструменты снабжены толкателем 9, компенсатором 7 с упругим элементом 8. Угол φ_k наклона клина компенсатора 7, взаимодействующего с наклонной торцевой поверхностью толкателя 9, выполнен в пределах $5 - 7^\circ$, что исключает осевое перемещение компенсатора 7 под действием силы резания.

Вследствие износа режущего элемента изменение диаметра обрабатываемого отверстия приводит к радиальному перемещению направляющих 3, 4 и 5 к оси инструмента, в результате чего коромысло 6 и толкатели 9, 10, 11 выдвигают элемент 2 в радиальном направлении, компенсируя его размерный износ. Увеличение диаметра обрабатываемого отверстия вследствие радиального выдвигания режущего элемента 2 позволяет коромыслу 6 под действием упругого основания 17 совершить поворот в обратном направлении, обеспечивая контакт элемента 5 с заготовкой. Образующийся зазор в кинематической цепи, связывающей элементы 2 и 5, устраняется в процессе обработки механизмами непрерывно-периодической самокомпенсации износа перемещением режущего элемента 2 в обратном направлении и компенсатором 7. Особенностью механизмов непрерывно-периодической самокомпенсации износа является периодическая поднастройка режущего элемента после вывода РИОР из обработанного отверстия. Она осуществляется вследствие перемещения элемента 5 под действием упругого основания 17 в пределах ограничителя 19 и устранения компенсатором 7 зазора, образующегося между элементами 2 и 5 [1].

Для контроля перемещений коромысла 6 РИОР используется индуктивный датчик 22 (катушка датчика) с двумя металлическими пластинами 23 (якорь датчика). Катушка датчика установлена в корпусе 1 РИОР с использованием изоляционной клеевой прокладки 24, а металлические пластины 23 – во вставке 25 коромысла 6. Вставка 25 выполнена из диэлектрического материала. Форма пластин 23 и их количество влияет на чувствительность индуктивного датчика 22 и на характеристику $x = f(e)$ (индуктивное сопротивление в зависимости от перемещения).

Выводы катушки 22 подключены к измерительной системе (см. рис. 2), состоящей из кварцевого генератора 26, блока преобразователя 27, блока электронных фильтров 28 и системы ЧПУ 29 станка, управляющей механизмом смены РИОР 30. [2].

При перемещении коромысла 6 с металлическими пластинами 23 относительно катушки датчика 22 в процессе эксплуатации РИОР происходит изменение формы магнитного потока, создаваемого катушкой, в результате которого меняется его индуктивное сопротивление. Изменение индуктивного сопротивления датчика 22 преобразуется на входе блока преобразователя 27 в

90

изменение напряжения на его выходе и далее после фильтров 28 регистрируется системой ЧПУ станка [2].

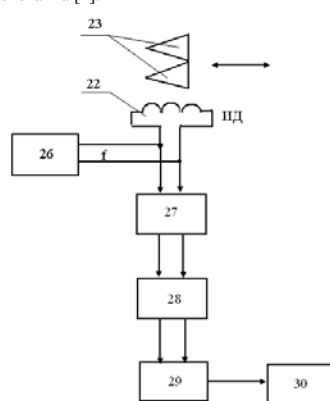


Рисунок 2 – Схема управления механизмом смены изношенного РИОР [2]

В процессе эксплуатации РИОР система ЧПУ регистрирует изменения напряжения, поступающие с датчика 22, в соответствии с графиком, представленным на рис. 3. Периодические скачки напряжения ΔU на датчике после каждого вывода РИОР из обрабатываемого отверстия определяются действием механизма непрерывно-периодической самокомпенсации износа режущего элемента. Величину скачка напряжения ΔU можно определить с помощью следующего выражения:

$$\Delta U = K_C \cdot K_L (J_H + J_P) \cdot (1 + J_H / J_P) / (0,25 + 0,75 \cdot J_H / J_P), \quad (1)$$

где

$$K_L = L_1 / L_2; \quad (2)$$

ΔU – скачок напряжения на датчике после вывода РИОР из обрабатываемого отверстия, мВ; K_C – постоянная датчика, мВ/мкм; K_L – коэффициент повышения чувствительности датчика; J_H – среднее значение радиального износа направляющих элементов, мкм; J_P – радиальный износ режущего элемента, мкм, L_1, L_2 – геометрические параметры коромысла РИОР, (см. рис. 1).

91

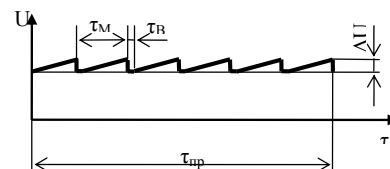


Рисунок 3 – Зависимость изменения напряжения U на датчике от времени τ эксплуатации РИОР: τ_M – время обработки заготовки; τ_B – время остановки; $\tau_{ПР}$ – время эксплуатации РИОР до его полного износа

Значения параметров радиального износа режущего J_P и направляющих J_H элементов для различных сочетаний обрабатываемого и инструментального материалов можно определить с помощью литературных данных или экспериментально [1].

Количество скачков напряжения на датчике определяют суммарный размерный износ РИОР и время его эксплуатации до полного износа:

$$J_{ПР} = N_L J_P; \quad (3)$$

$$\tau_{ПР} = N_L (\tau_M + \tau_B), \quad (4)$$

где $J_{ПР}$ – суммарный размерный износ режущего элемента время эксплуатации РИОР до его полного износа, мин; $\tau_{ПР}$ – суммарное время эксплуатации РИОР до его полного износа, мин; τ_M – время обработки заготовки РИОР, мин; τ_B – время простоя между обработками заготовок РИОР, мин;

Более полное использование режущих свойств РИОР достигается при меньших значениях подналадочного перемещения режущего элемента после вывода РИОР из обработанного отверстия, то есть при более высокой чувствительности механизма самокомпенсации износа.

Чувствительность механизмов самокомпенсации износа характеризуется величиной изменения диаметра обрабатываемого отверстия, приводящей к радиальному выдвиганию режущего элемента. Эффективная работа рассматриваемых механизмов достигается при их чувствительности 4 – 8 мкм. В этом случае обеспечивается самокомпенсация износа при отсутствии скачкообразных перемещений режущего элемента в момент его выдвигания. указанной чувствительности механизма самокомпенсации износа величина перемеще-

92

ний коромысла в зоне металлических пластинок 23 составляет 0,02 – 0,04 мм. Величина этих перемещений зависит от соотношения геометрических параметров L_1 , L_2 коромысла 6. Чем больше параметр K_{ε} , тем выше эффективность регистрации скачков коромысла при выводе РИОР из расточенного отверстия в тех случаях, когда величина радиального износа режущего элемента после обработки одной заготовки менее 5 мкм. Важно отметить, что при таких малых величинах радиального износа режущего элемента срабатывание механизма самокомпенсации РИОР происходит только после обработки нескольких заготовок. Поэтому в этих случаях важно обеспечить более высокую чувствительность механизма самокомпенсации износа (4 – 5 мкм).

Чувствительность датчика определялась на стенде при плавном вводе вращающегося РИОР в конусообразное отверстие калибра и в условиях обработки стали 20Х с твердостью НВ до 216. Режимы обработки: скорость резания до 0,2 – 0,3 м/с; глубина резания и подача с непрерывно-периодической самокомпенсацией износа - $0,15 \cdot 10^{-3}$ м, $0,2 - 0,25 \cdot 10^{-3}$ м/об.

Установлено, что более высокие параметры чувствительности механизма самокомпенсации износа РИОР при равных условиях натяга в отверстиях калибра и заготовки достигаются в процессе резания. Это связано с влиянием неравномерной силы резания на повышение порога чувствительности механизма самокомпенсации износа.

Разработанный метод автоматизированного контроля износа режущего элемента РИОР позволяет повысить эффективности его использования за счет более полного использования его режущих способностей, исключить появление брака в условиях автоматизированного производства. РИОР за счет автоматизированного контроля износа его рабочих элементов.

Список использованных источников: 1. Джусурян Т.Г. Комбинированная обработка точных координированных отверстий. - Одесса: АО БАХВА, 2003. - 108 с. 2. Расточная головка: А.с. 1386376 СССР, МКИ В23В 29/03 / Г.Д. Григорьян, Т.Г. Джусурян, Г.М. Бурбан (СССР). - №1240509 4/27; Заявлено 10.06.86; Опубл. 07.04.88, Бюл. № 13. - 4 с. 3. Активный контроль в машиностроении: Справочник / Педь Е.И., Высоцкий А.В. и др. / Под ред. Е.И. Педь. - М.: Машиностроение, 1978. - 352 с. 3.

Поступила в редколлегию 15.06.2012